

(19) GERMAN FEDERAL  
REPUBLIC



GERMAN PATENT  
OFFICE

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 4326267 A1**

(21) Application No.: P 43 26 267.8  
(22) Filing Date:: 8.5.93  
(43) Published Date: 2.9.95

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 M 3/26**  
G 01 N 27/62  
F04B 37/14

(71) Applicant: Leybold AG, 63450 Hanau, DE

(74) Agent: Leineweber, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50859 Köln

(72) Inventor: Voß, Günter, Dr., 53804 Much, DE

(56) The following publication were cited  
in assessing patentability:

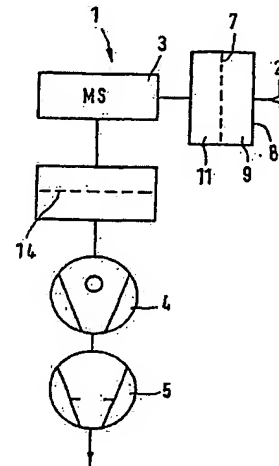
DE	35 33 364 A1
US	38 37 228
EP	03 52 371 B1
EP	04 75 246 A1
SU	0 93 933 A
SU	7 24 960

WUTZ;

Also: Theorie und Praxis der Vakuumtechnik,  
Vieweg-Verlag, 3.Aufl., 1986, p.472-502;

(54) Leak Detector

(57) The invention relates to a leak detector having an inlet (2) and a device (3) for recording presence of a test gas/ In order to improve quality of the leak detector. To improve the characteristics of the leak detector, it is proposed that it be provided with a membrane (7, 12, 13) selectively transmitting gases.



The following information is taken from the materials submitted by the Applicant

## Description

The invention relates to leak detector having a device for recording presence of a test gas.

A pressure differential is established across the wall being examined to conduct leak detection. The high-pressure side is laden with a test gas. A test gas detector is positioned on the low-pressure side. If the test gas passes through the wall, the gas is recorded by the test gas detector. Result: there is a leak in the wall. When highly-sensitive leak detection is conducted, the low pressure is in the vacuum range. Helium is normally used as a test gas.

The present invention is based on the problem of improving quality of leak detector of the above-described type.

According to the invention, this problem is solved by the fact that the leak detector is provided with a membrane selectively transmitting gases.

A membrane of this kind may be installed in various places in the leak detector, and it may have various selectivity properties. The membrane preferably consists of a polymer such as FEP. Polymers represent a class of materials described in detail in handbooks. Based on the reported permeability properties of each substance of this class, a man skilled in the art can choose the membrane material for each specific application to have the desired selectivity properties. The specific desired property, e.g., the prevailing transmission of the test gas should be pronounced as much as possible in order to achieve the desired result such as suppression of other gases, admixtures, etc. to the largest extent possible.

In a preferred embodiment, the inlet of the leak detector is provided with a membrane that transmits mainly the test gas. When helium is used as the test gas, the chosen membrane is preferably a polymer membrane that is permeable for helium better than for a high-molecular gas. The advantage of this method consists of the fact that the leak detector that is so constructed is no longer sensitive to admixtures, more specifically to vapors. The partial pressure ratio (the ratio of the test gas partial pressure to the partial pressure of other gases) is improved.

If a mass-spectrometer is used as the test gas recording device, which requires a working pressure  $10^{-4}$  mbar, it is preferred that the membrane be so strong as to withstand the pressure differential between the atmospheric pressure and the working pressure. This solution is especially advantageous for the sniff leak detection when the test gas is fed co-currently with the gas being examined by means of a feeding pump.

The working pressure in the mass-spectrometer is maintained by means of a high-vacuum pump, normally a forevacuum pump. For the purposes of the invention, it is further preferred that a membrane that is more permeable for other gases than for the test gas be provided between the mass-spectrometer and the high-vacuum pump. This membrane can be used alone or in addition to the above-described inlet membrane. When membranes with the above-described properties are provided upstream and downstream of the mass-spectrometer, the leak detector will be working slower, but with high sensitivity.

With so-called counter-current leak detection, in the event of a leak, the test gas that is admitted through the leak detector inlet flows in counter-current with the direction of high-vacuum pump feed (or at least of the high-vacuum stage of a pump) toward the mass-spectrometer. In this range, the high-vacuum pump has a relatively low compression capacity for helium. For the purposes of the invention, it is further proposed that the pump or a pump stage that has a low compression capacity for helium be provided with a membrane that mainly transmits helium, installed as a bypass. The effect of this membrane consists of the fact that the compression capacity of the high-vacuum pump stage for the test gas is further lowered, and the sensitivity is improved.

Other advantages and features of the invention will be explained below with reference to the drawings, Fig. 1 through 4 illustrating exemplary embodiments, in which:

## DE 43 26 267 A1

Figs. 1 and 2 show embodiments with a selective membrane on the inlet area in each case;

Fig. 3 is an embodiment with a mass-spectrometer as the test gas recording device, with a membrane upstream or downstream of the mass-spectrometer; and

Fig. 4 shows an embodiment for a counter-current leak detector also within selective membranes.

In all Figures, the inlet of a leak detector 1 is shown at 2. Each leak detector 1 has a mass-spectrometer 3 as a device for test gas recording. The working pressure in the mass-spectrometer 3 is built and maintained by means of a high-vacuum pump 4 and a forevacuum pump 5. A signal processing and display devices are not shown.

In the embodiment shown in Fig. 1, a sample or a test chamber 6 is connected to the inlet 2. A membrane 7 is provided downstream of the inlet 2, which mainly transmits the flow of the test gas 2 in the event there is a leak through the inlet. The membrane 7 is located in a chamber 8, which is thus divided into an inlet-end compartment 9 and a spectrometer-end compartment 11. Since the membrane retains gases other than the test gas such as vapors, admixtures, etc., the pump system 4, 5 can be accordingly of a reduced size. Malfunctions caused by contamination are substantially eliminated.

The inlet 2 in the embodiment shown in Fig. 2 is a sniffer tip connected to a sniffer hose 12. The hose connects to the compartment 9 of the chamber 8. A feed pump 12, which is connected to the compartment 9, causes the gas being examined to flow in parallel with the surface of the membrane 7 through the compartment 9. The membrane 7 is made strong enough to withstand the pressure differential between the compartments 9, 11. The properties and operation of the membrane are the same as described with reference to Fig. 1.

The leak detector of Fig. 3 is a counter-current leak detector. The inlet 2 is installed directly between the high-vacuum pump 4 and the forevacuum pump 5. Alternatively, the inlet area can have the membrane 7 similarly to Fig. 1 or 2. The test gas directed through the inlet 2 flows in opposition to the feed direction of high-vacuum pump 4 toward the mass-spectrometer 3. When leak detection of this type is conducted, helium is preferably used as a test gas. For this reason, the high-vacuum pump 4 has a low but non-negligible compression capacity for light gases, which determines sensitivity. The membrane 7 that transmits mainly helium is connected in parallel with the high-vacuum pump 4. With this arrangement, the test gas can be conveyed in this way to the mass-spectrometer 3. This improves leak detection sensitivity.

In the embodiment shown in Fig. 4, the membrane 7 is located upstream of the mass-spectrometer 3 and transmits mainly the test gas. Another membrane 12 is provided between the mass-spectrometer 3 and the high-vacuum pump 4, which has a property of retaining mainly the test gas and of transmitting gases other than the test gas. In this manner, the mass-spectrometer 3 can use the benefits of the accumulation effect, thus ensuring highly sensitive leak detection.

### Claims

1. A leak detector, having an inlet (2) and a device (3) for recording presence of a test gas, **characterized by the fact** that it is provided by a membrane (7, 12, 13) selectively transmitting gases.
2. The device of claim 1, characterized by the fact that a membrane (7) that is mainly permeable for the test gas is provided in the inlet area.
3. The device of claim 1 or 2, characterized by the fact that the device for recording the test gas is a mass-spectrometer (3).
4. The device of claim 3, characterized by the fact that the membrane (7, 12) is strong enough to withstand a pressure differential between the working pressure of the mass-spectrometer and the atmospheric pressure.

**DE 43 26 267 A1**

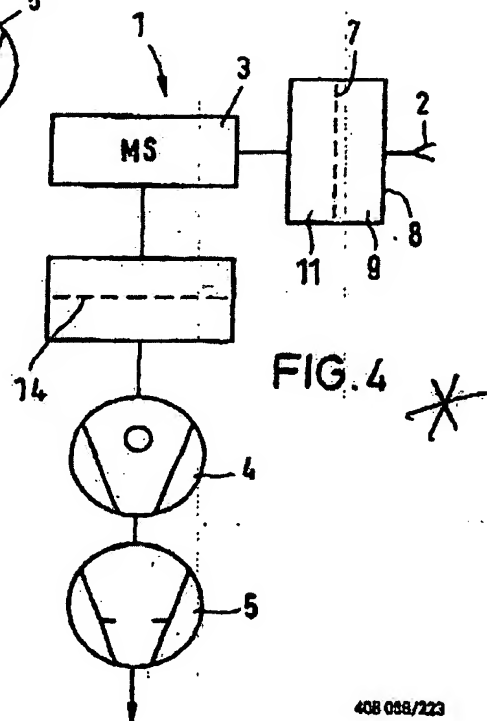
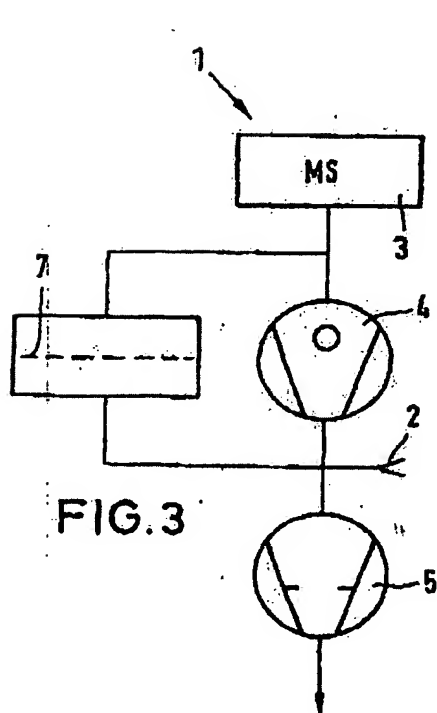
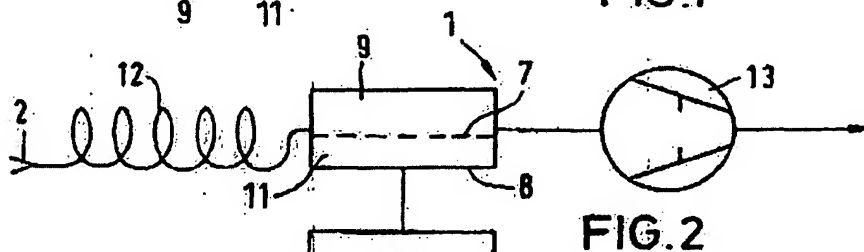
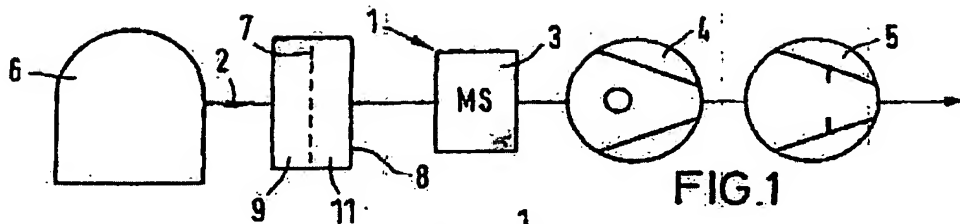
5. The device of claim 2 and one of the other claims, characterized by the fact that a membrane (13) that is permeable mainly for gases other than the tests gas is provided between the mass-spectrometer (3) and its high-vacuum pump that builds up the working pressure.

6. The leak detector of any of the foregoing claims, characterized by the fact that it is constructed as a counter-current leak detector and by the fact that a membrane (12) that is mainly permeable for the test gas is provided to run in parallel with the feed direction of the pump stage (4), which is in countercurrent to the test gas.

7. The leak test detector of claims 1 through 6, characterized by the fact that helium is used as the test gas.

8. The leak test detector of claims 1 through 7, characterized by the fact that the membrane (7) and membranes (7, 12, 13) consists of a polymer material.

9. The leak test detector of claim 7, characterized by the fact that the membrane (7, 12) that is mainly permeable for helium consists of quartz glass.



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 26 267 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 M 3/26**  
G 01 N 27/62  
F 04 B 37/14

②1 Aktenzeichen: P 43 26 267.8  
②2 Anmeldetag: 5. 8. 93  
④3 Offenlegungstag: 9. 2. 95

⑦1 Anmelder:  
Leybold AG, 63450 Hanau, DE

⑦4 Vertreter:  
Leineweber, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50859 Köln

⑦2 Erfinder:  
Voß, Günter, Dr., 53804 Much, DE

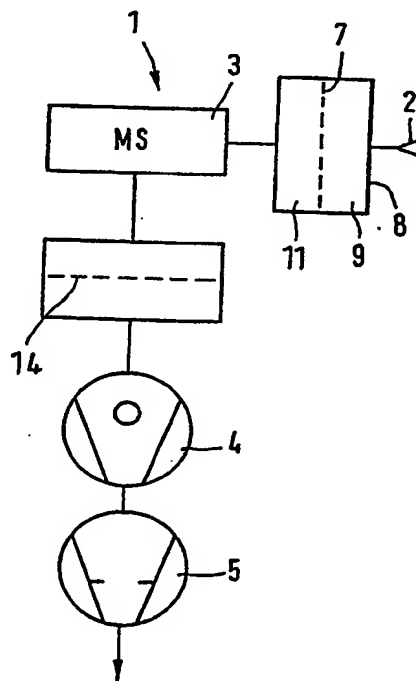
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 35 33 364 A1  
US 38 37 228  
EP 03 52 371 B1  
EP 04 75 248 A1  
SU 10 93 933 A  
SU 7 24 960

WUTZ;  
u.a.: Theorie und Praxis der Vakuumtechnik,  
Vieweg-Verlag, 3.Aufl., 1986, S.472-502;

⑤4 Lecksuchgerät

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf ein Lecksuchgerät mit einem Einlaß (2) und einem das Vorhandensein von Testgas registrierenden Gerät (3); um die Eigenschaften des Lecksuchgerätes zu verbessern, wird vorgeschlagen, daß es mit einer in bezug auf den Durchlaß von Gasen selektiv wirkenden Membran (7, 12, 13) ausgerüstet ist.



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 94 408 066/223

5/32

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Lecksuchgerät mit einem das Vorhandensein von Testgas registrierenden Gerät.

Bei der Lecksuche wird eine auf Lecks zu untersuchende Wandung einem Differenzdruck ausgesetzt. Die Seite mit dem höheren Druck wird mit Testgas beaufschlagt. Auf der Seite mit dem niedrigeren Druck befindet sich ein Testgasdetektor. Dringt Testgas durch die Wandung hindurch, dann wird dieses vom Testgasdetektor registriert. Ergebnis: In der Wandung ist ein Leck vorhanden. Bei einer hochempfindlichen Lecksuche liegt der niedrigere Druck im Vakuumbereich. Als Testgas wird in der Regel Helium verwendet.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Eigenschaften eines Lecksuchgerätes der eingangs genannten Art zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das Lecksuchgerät mit einer in Bezug auf den Durchlaß von Gasen selektiv wirkenden Membran ausgerüstet ist.

Eine Membran dieser Art kann sich an verschiedenen Orten im Lecksuchgerät befinden und kann unterschiedliche selektive Eigenschaften haben. Zweckmäßig besteht die Membran aus einem Polymer, beispielsweise FEP. Bei den Polymeren handelt es sich um eine Werkstoffklasse, die in Handbüchern ausführlich beschrieben ist. Aufgrund der zu jedem Werkstoff dieser Klasse angegebenen Permeationseigenschaften vermag der Fachmann jeweils einen Membranwerkstoff auszuwählen, der die gewünschten selektiven Eigenschaften hat. Die jeweils gewünschte selektive Eigenschaft — z. B. der bevorzugte Durchlaß von Testgas — sollte möglichst ausgeprägt vorhanden sein, damit die gewünschte Wirkung — Unterdrückung von anderen Gasen, Verunreinigungen usw. — möglichst gut erreicht wird.

Bei einer zweckmäßigen Lösung ist der Einlaß des Lecksuchgerätes mit einer Membran ausgerüstet, die bevorzugt Testgas durchläßt. Bei Helium als Testgas ist eine Membran, vorzugsweise eine Polymermembran zu wählen, durch die Helium besser permeiert als höher molekulare Gase. Der Vorteil dieser Maßnahme besteht darin, daß ein in dieser Weise ausgebildetes Lecksuchgerät nicht mehr empfindlich ist gegenüber Verunreinigungen, insbesondere gegenüber Dämpfen. Das Partialdruckverhältnis (Verhältnis des Partialdruckes von Testgas zum Partialdruck von anderen Gasen) wird verbessert.

Ist das Testgasregistriergerät ein Massenspektrometer, das einen Betriebsdruck von etwa  $10^{-4}$  mbar benötigt, dann ist es zweckmäßig, wenn die Membran so stabil ausgebildet ist, daß sie einem Differenzdruck zwischen Atmosphärendruck und dem Betriebsdruck standhält. Für die Schnüffellecksuche, bei der auf Testgas zu untersuchendes Gas mit Hilfe einer Förderpumpe am Testgaseinlaß vorbeigeführt wird, ist diese Lösung von besonderem Vorteil.

Der Betriebsdruck im Massenspektrometer wird mit Hilfe einer Hochvakuumpumpe, der in der Regel eine Vorvakuumpumpe vorgeschaltet ist, aufrechterhalten. Im Rahmen der Erfindung ist es weiterhin zweckmäßig, zwischen dem Massenspektrometer und der Hochvakuumpumpe eine Membran vorzusehen, die bevorzugt für andere Gase als das Testgas durchlässig ist. Diese Membran kann allein oder zusätzlich zur weiter oben beschriebenen Einlaß-Membran vorhanden sein. Insbesondere dann, wenn vor und hinter dem Massenspektro-

meter Membranen mit den beschriebenen Eigenschaften vorhanden sind, ergibt sich die Konfiguration eines Lecksuchers, der zwar langsam aber hochempfindlich ist.

Bei sogenannten Gegenstromlecksuchern strömt im Falle eines Lecks das durch den Einlaß des Lecksuchers gelangende Testgas entgegen der Förderrichtung der Hochvakuumpumpe (oder zumindest einer hochvakuumseitigen Stufe davon) zum Massenspektrometer. In diesem Bereich hat die Hochvakuumpumpe ein relativ kleines Kompressionsvermögen für Helium. Im Rahmen der Erfindung wird weiterhin vorgeschlagen, der Pumpe bzw. Pumpstufe mit dem niedrigen Kompressionsvermögen für Helium eine für Helium bevorzugt durchlässige Membran als Bypass zuzuordnen. Die Wirkung dieser Membran liegt darin, daß das Kompressionsvermögen der Hochvakuumpumpe für das Testgas weiter abgesenkt wird, die Empfindlichkeit also verbessert wird.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 und 2 Ausführungsbeispiele mit jeweils einer selektiven Membran im Einlaßbereich,

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel mit einem Massenspektrometer als Testgasregistriergerät, dem jeweils eine Membran vor- bzw. nachgeordnet ist, und

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für einen Gegenstromlecksucher, ebenfalls mit einer selektiven Membran.

In allen Figuren ist jeweils der Einlaß der beispielhaft dargestellten Lecksuchgeräte 1 mit 2 bezeichnet. Jedes der Lecksuchgeräte 1 weist ein Massenspektrometer 3 als Testgasregistriergerät auf. Mit Hilfe einer Hochvakuumpumpe 4 und einer Vorvakuumpumpe 5 wird der Betriebsdruck im Massenspektrometer 3 erzeugt und aufrechterhalten. Signalverarbeitungs- und Anzeigegeräte sind nicht dargestellt.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist an den Einlaß 2 ein Prüfling oder eine Testkammer 6 angeschlossen. Dem Einlaß 2 ist eine Membran 7 nachgeordnet, die die Eigenschaft hat, im Falle eines Lecks durch den Einlaß 2 strömendes Testgas 2 bevorzugt durchzulassen. Die Membran 7 befindet sich in einer Kammer 8, die dadurch in einen einlaßseitigen Teilraum 9 und in einen spektrometerseitigen Teilraum 11 aufgeteilt wird. Da die Membran andere Gase als das Testgas, u. a. auch Dämpfe, Verunreinigungen usw., zurückhält, kann das Pumpsystem 4, 5 entsprechend klein dimensioniert werden. Durch Verschmutzungen verursachte Fehlfunktionen sind weitestgehend beseitigt.

Der Einlaß 2 des Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 ist eine Schnüffelspitze, der ein Schnüffelschlauch 12 folgt. Dieser mündet in den einlaßseitigen Teilraum 9 der Kammer 8. Mit Hilfe der Förderpumpe 12, die ebenfalls an den Teilraum 9 angeschlossen ist, werden die zu untersuchenden Gase parallel zur Oberfläche der Membran 7 durch den Teilraum 9 gefördert. Die Membran 7 ist derart stabil ausgebildet, daß sie dem Differenzdruck in den Teilräumen 9, 11 standhält. Die Eigenschaften und damit die Wirkung der Membran 7 entsprechen dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1.

Beim Lecksuchgerät nach Fig. 3 handelt es sich um einen Gegenstromlecksucher. Der Einlaß 2 ist unmittelbar zwischen der Hochvakuumpumpe 4 und der Vorvakuumpumpe 5 angeschlossen. Alternativ kann sich im Einlaßbereich auch eine Membran 7 entsprechend den Fig. 1 oder 2 befinden. Durch den Einlaß 2 gelangendes Testgas strömt entgegen der Förderrichtung der Hoch-

vakuumpumpe 4 zum Massenspektrometer 3. Bei Lecksuchern dieser Art wird vorzugsweise Helium als Testgas verwendet. Die Hochvakuumpumpe 4 hat deshalb ein zwar kleines, aber nicht zu vernachlässigendes Kompressionsvermögen für leichte Gase, wodurch die Empfindlichkeit bestimmt ist. Parallel zur Hochvakuumpumpe 4 ist eine Membran 7 angeordnet, die bevorzugt Helium durchläßt. Dadurch kann das Testgas auch auf diesem Wege zum Massenspektrometer 3 gelangen. Die Empfindlichkeit der Lecksuche wird dadurch besser.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 befindet sich vor dem Massenspektrometer 3 eine Membran 7, die die Eigenschaft hat, bevorzugt Testgas durchzulassen. Zusätzlich befindet sich zwischen Massenspektrometer 3 und Hochvakuumpumpe 4 eine weitere Membran 12, die die Eigenschaft hat, Testgas bevorzugt zurückzuhalten, also alle anderen Gase als das Testgas bevorzugt durchzulassen. Dadurch ergibt sich im Massenspektrometer 3 ein Akkumulationseffekt, der eine hochempfindliche Lecksuche ermöglicht.

#### Patentansprüche

1. Lecksuchgerät mit einem Einlaß (2) und einem das Vorhandensein von Testgas registrierenden Gerät (3), dadurch gekennzeichnet, daß es mit einer in Bezug auf den Durchlaß von Gasen selektiv wirkenden Membran (7, 12, 13) ausgerüstet ist.
2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich im Einlaßbereich eine bevorzugt für Testgas durchlässige Membran (7) befindet.
3. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Testgasregistriergerät ein Massenspektrometer (3) ist.
4. Gerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (7, 12) derart stabil ausgebildet ist, daß sie dem Differenzdruck zwischen dem Betriebsdruck des Massenspektrometers und dem Atmosphärendruck standhält.
5. Gerät nach Anspruch 2 und einem der übrigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen dem Massenspektrometer (3) und seiner den Betriebsdruck erzeugenden Hochvakuumpumpe eine Membran (13) befindet, die bevorzugt durchlässig ist für andere Gase als das Testgas.
6. Lecksuchgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es als Gegenstromlecksuchgerät ausgebildet ist und daß der vom Testgas entgegen der Förderrichtung durchströmten Pumpstufe (4) eine bevorzugt für das Testgas durchlässige Membran (12) parallel geschaltet ist.
7. Lecksuchgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Testgas Helium gewählt ist.
8. Lecksuchgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (7) bzw. Membranen (7, 12, 13) aus einem Polymerwerkstoff bestehen.
9. Lecksuchgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Helium bevorzugt durchlassende Membran (7, 12) aus Quarzglas besteht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



